

Einfluss von Betriebssystem und Fruchtfolgeposition auf die N-Versorgung von Weizen im ökologischen Landbau

Ellen Redderberg¹, Klara Böhmer¹, Johann Holzfurtner¹, David Wetzstein¹,
Adelheid Castell², Miriam Ostermaier², Peer Urbatzka², Hauke Heuwinkel¹

¹Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Fakultät für Land und
Ernährungswirtschaft

²Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Zusammenfassung

In einem Langzeitversuch der LfL zu typischen Fruchtfolgen (FF) in viehlosen und viehhaltenden Betrieben des Ökologischen Landbaus in Viehhausen bei Freising wurde in den Jahren 2015 und 2017 die N-Versorgung des Winterweizens von der Bestockung bis zur Ernte untersucht. Der Weizen stand nach der Vorfrucht Kartoffel oder Klee gras und wurde systemkonform entweder bis zum Schossen mit Rindergülle gedüngt, oder blieb gänzlich auf die Freisetzung aus dem Boden angewiesen. In beiden Jahren wurde in regelmäßigen Abständen N_{\min} im Oberboden, sowie die N-Aufnahme durch die Pflanze ermittelt. Weitere Daten zum N-Umsatz im Boden wurden entweder nur 2015 oder 2017 erfasst. Trotz sehr unterschiedlicher Witterungsverläufe differenzierte sich die N-Verfügbarkeit in beiden Jahren im zeitigen Frühjahr tendenziell zugunsten des viehhaltenden Systems, während ab etwa Mai die Lieferung im viehlosen System etwas günstiger ausfiel. Diese Unterschiede führten in beiden Jahren zu einem signifikant höheren N-Gehalt im Weizenkorn der viehlosen Variante unabhängig von der Stellung des Weizens in der FF. Nachdem in beiden Jahren und Systemen das Wachstum des Weizens in allen FF-Stellungen spätestens ab dem Schossen von einer deutlichen N-Unterversorgung geprägt war, erklärt sich warum die Erträge dagegen statistisch gesehen gleich ausfielen. Zusätzliche Gaben an pflanzenverfügbarem N später in der Vegetation sind damit auf Basis dieser Daten zu fordern.

Abstract

In a long-term trial of the LfL analysing crop rotations (CR) of organic farms with and without livestock at Viehhausen, Freising, the N supply of winter wheat from tillering to harvesting was examined in 2015 and 2017. The wheat followed potato or clover-grass and was - according to the particular system - either fertilized with cattle slurry until sprouting or was entirely dependent on the N-release of the soil. In both years mineralized N in the topsoil, as well as the N-uptake by the plants, was determined at regular intervals. Additional data on soil-N transformation processes were only gathered either in 2015 or 2017. Despite marked differences in weather conditions between both years, in early spring N-availability tended to be higher in the CR with livestock, whereas from May onwards N-availability tended to be higher in the CR without livestock. This resulted in significantly higher N-content in wheat grain in the CR without livestock in both years. There were, however, no differences in yield between years or systems as wheat growth was affected by a severe N-deficiency, at the latest by the stem elongation phase,

regardless of the system or position in the crop rotation. Based on our data, further applications of plant-available N are necessary.

1 Einleitung

Eine deutliche Ausweitung des Ökologischen Landbau (ÖL) in Deutschland bzw. Bayern wird auch vom Anbauerfolg wichtiger Marktfrüchte wie dem Winterweizen (WW) entschieden. In ökologisch wirtschaftenden Betrieben stellt Stickstoff regelmäßig den ertragsbegrenzenden Faktor dar (Ruhe et al. 2003). Eine geeignete Fruchtfolgestellung und der gezielte Einsatz organischer Dünger soll dem Weizen trotzdem die Ausbildung ausreichender Qualitäten ermöglichen. Viehlose Betriebe haben i.d.R. kaum Zugriff auf organische N-Dünger mit pflanzenverfügbarem N und müssen damit noch stärker auf die N-Freisetzung aus dem Boden-N bauen (Schmidt 1997).

Der seit 20 Jahren laufende Fruchtfolgeversuch der LfL in Viehhausen bietet die Möglichkeit für viehhaltende bzw. viehlose Betriebe des ÖL praxisnah die Bedeutung der Gülledüngung und der Vorfrucht im direkten, systemgerechten Vergleich zu prüfen. Durch eine Anpassung der Fruchtfolgen in 2017 entstand neben dem Systemvergleich zudem die Möglichkeit auch direkte Effekte der Vorfrucht Klee gras bzw. Kartoffel auf den WW im systeminternen Vergleich bewerten zu können.

2 Material und Methoden

Der Fruchtfolgeversuch der LfL zum ÖL in Viehhausen bei Freising (Versuch 049) ist schon in diversen Publikationen detailliert dargestellt worden, zuletzt durch Castell et al. 2016, deshalb erfolgt hierzu nur eine Kurzdarstellung. Der Versuch liegt auf 490 m NN weist 788 mm Niederschlag mit Durchschnittstemperatur von 7,5°C (1961-1990, Referenzstation Weihenstephan des DWD) auf. Es liegt eine Braunerde aus Lößlehm mit einer Ackerzahl von 61 vor. Sechs Fruchtfolgen (FF) wurden innerhalb der drei Blöcke (Wiederholungen) eingeschränkt randomisiert. Die Betreuung des Versuches obliegt der LfL, die auch zentrale Daten z.B. zu Ertrag und Qualität der Kulturen erfasst.

Jede Parzelle im Versuch weist 120 m² auf, die sich in einer Kernparzelle mit 3 Fahrspuren und 72 m² und zwei Rand-Fahrspuren aufteilen. In letzteren erfolgten grundsätzlich die zusätzlichen Messungen der hier vorgestellten vier Bachelorarbeiten.

In allen Arbeiten wurde die FF2 und FF4 bearbeitet. Diese besteht jeweils aus Klee gras, Kartoffel und Winterweizen mit dem Unterschied, dass in FF2 entsprechend dem Anfall an Klee gras mit Schnittnutzung eine Rückführung der Nährstoffe zu Kartoffel und Weizen in Form von Rindergülle erfolgt, während die FF4 ein viehloses System mit dem Mulchen von Klee gras abbildet. 2017 wurde die Kartoffel in den FF durch Weizen ersetzt, womit es im gleichen Jahr auf benachbarten Parzellen zum Anbau von Weizen nach Kartoffel und, wie auch 2015, nach Klee gras kam. Parallel dazu wurde auch die Sorte angepasst: statt wie bisher Achat wird zukünftig die Sorte Milaneco angebaut. Nachdem dieser Wechsel systemkonform erfolgt, standen beide Sorten, die ähnliche Eigenschaften aufweisen, parallel auf dem Feld. Die Standardpflege der Bestände ist in Tabelle 1 zu entnehmen.

Es wurden Probennahmen zur Charakterisierung der Verfügbarkeit von N für die Pflanzen und der Umsatzaktivität im Boden durchgeführt (Tab. 2). Zur Ermittlung des Aufwuchses wurden zweimal 2 m einer Reihe in jeder Rand-Fahrspur entnommen. Die N_{min}-Beprobung in 0-15 und 15-30 cm Tiefe erfolgte in den beernteten Reihen über 24

Einstiche mit dem Göttinger Bohrstock, die räumlich nahe zu den Inkubationsröhren gezogen wurden. Letztere sind Edelstahlzylinder von 30 cm Länge, die vorsichtig zwischen den später zu beerntenden 2 m Reihenabschnitten in den Boden getrieben wurden. Sie verblieben etwa 4 Wochen im Feld und wurden sowohl ohne, als auch mit Abdeckung installiert, um eine mögliche Verlagerung an Nitrat aus den ersten 30 cm zu erfassen. Die normalen Bodenproben wurden auf NH_4^+ (1 M KCl, 1/5 Boden/Lösung) und NO_3^- (0,01 M CaCl_2 , 1/10 Boden/Lösung) untersucht, während in den Röhren für (0-15 und 15-30 cm nur Nitrat und Lagerungsdichte erfasst wurden. Der Aufwuchs wurde in Kulturpflanze und Beikraut separiert, verwogen, getrocknet und in den vermahlenden Proben der N-Gehalt nach DUMAS-Aufschluss bestimmt (Leco).

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit ANOVA und T-Test, z.T. für gepaarte Stichproben unter Verwendung von Minitab.

Tab. 1: Ausschnitt aus den Maßnahmen zur Bestandesführung im Winterweizenanbau der Ernten 2015 und 2017 im Fruchtfolgeversuch der LfL in Viehhausen bei Freising

Datum 2015	Maßnahme	Datum 2017
17.03.2015	Gülle, 25 m ³	30.03.2017
25.03.2015	2fach Striegeln	29.03.2017
22.04.2015	2fach Striegeln	---
23.04.2015	Gülle, 25 m ³	24.04.2017
03.06.2015	Untersaat ohne Striegel Schneckenkorn Ferramol	
31.07.2015	Ernte	02.08.2017

Tab. 2: Projektspezifische Probenahmen im Versuch in den Jahren 2015 und 2017

Datum / BBCH	Aufwuchs	N _{min} in Tiefen (cm)	Inkubationsröhre Nr.	Weitere Daten
16.-21.04.15 / 29	√	0-15; 15-30		SPAD Triebe/m ²
27.05.15 / 41	√	0-7,5; 7,5-15; 15-30		SPAD, Triebe/m ²
17.06.15 / 69	√	0-7,5; 7,5-15; 15-30		SPAD, Triebe/m ²
28.07.15 / 89	√	0-7,5; 7,5-15; 15-30		Ähren/m ² , TKG
31.03.2017 / 21-24		0-15; 15-30	Setzen von 1	
12.04.2017 / 29-30	√	0-15; 15-30	Setzen von 2	Triebe/m ²
04.05.2017 / 32		0-15; 15-30	Setzen von 3 Entnahme von 1	
31.05.2017 / 41-49	√	0-15; 15-30	Setzen von 4 Entnahme von 2	Triebe/m ²
15.06.2017 / 65		0-15; 15-30	Setzen von 5 Entnahme von 3	
11.07.2017 / 80	√	0-15; 15-30	Entnahme von 4 Entnahme von 5	Ähren/m ² , TKG

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Witterung war im Vegetationsverlauf in beiden Jahren sehr unterschiedlich. 2015 folgte auf einen feuchten Mai, ein trocken-heißer Sommer, der die Umsetzungsprozesse im Boden ab Mitte Juni beschränkte und die Abreife des Bestandes forcierte. 2017 lagen eher gleichmäßig günstige Wachstumsbedingungen vor. Dies führte zu grundsätzlich anderen N-Aufnahmen des Weizens (Tab. 3). Im direkten Vergleich der Fruchtfolgen erzielte der WW in FF4, d.h. ohne Tierhaltung, 2015 nach Vorfrucht Kartoffel eine tendenziell höhere N-Aufnahme, was sich 2017 auf Basis des Korn-N vergleichbar wiederholte. Auch für den WW direkt nach Klee gras zeigt sich 2017 ein relativer Vorzug der gemulchten Variante. Letzterer ist auch mit dem deutlich höheren Beikrautbesatz in der FF2 zu erklären, der schon zu Untersuchungsbeginn vorlag und aufgrund des Weidelgrases auch auf Durchwuchs aus dem Klee gras hinweist.

Nachdem signifikant höhere N-Gehalte im Korn den Unterschied in 2015 ganz wesentlich erklärten, lag es nahe zu vermuten, dass dafür die N-Verfügbarkeit später in der Vegetation entscheidend war. Tatsächlich errechnete sich 2015 ab dem Ährenschieben eine durchgehend höhere N-Verfügbarkeit in FF4 als FF2 (39 kg N/ha zu 24 kg N/ha), die sich nur über die Pflanze errechnete, aber nicht im N_{\min} erkennbar war. Auch 2017 zeigten die Feldinkubationen stetig tendenziell höhere Nitratfreisetzungsraten nach gemulchtem als nach geschnittenem Klee gras und dies besonders in 15-30 cm Tiefe.

Tab. 3: Daten zur Ertragsbildung des Winterweizens im Fruchtfolgeversuch in den Jahren 2015 und 2017 in Abhängigkeit von der FF-Position (VF: Vorfrucht, Korn- und Stroh-Daten bezogen auf 100% TS, ¹⁾ Daten lagen nicht vor, ²⁾ bisher nur Korn-N)

FF-Nr./ VF	Bestockung (Triebe/Pflanze)		Ähren/m ²		TKG		Korn-TM (dt/ha)		Stroh-TM (dt/ha)		N im Weizen (kg N/ha)	
	`15	`17	`15	`17	`15	`17 ¹⁾	`15	`17	`15	`17 ¹⁾	`15	`17 ²⁾
2 / Kartoffel	3,0	3,7	350	210	35,8		31,9	51,4	39,4		62,1	84,5
2 / Klee gras		3,6		226				43,3				60,4
4 / Kartoffel	3,2	4,2	378	247	36,4		34,5	55,0	43,2		71,5	96,8
4 / Klee gras		4,5		240				55,1				97,3

Die Datenanalyse legte für 2015 eine größere Relevanz der Gülledüngung von Bestocken bis Anfang des Schossens nahe, während die Mineralisierung in der viehlosen Variante erst danach im Vergleich höher war. Dies bestätigten 2017 die Daten der Inkubationsröhren z.T. indem die Güllegaben der FF2 sich für etwa 4 Wochen in 0-15 cm klar abbildeten, während ab Mai die FF4 etwas höhere Nitratfreisetzungsraten in 15-30 cm Tiefe aufwies. Dies führte auch gerade in 2017 wieder zu höheren N-Gehalten in den Körnern der FF4. Die Beobachtungen legen nahe eine erkennbar nachhaltigere Wirkung der Klee grasrückstände auf die Bereitstellung von pflanzenverfügbaren N abzuleiten. Gleichzeitig ist aber festzuhalten, dass unabhängig vom System und der Position in der Fruchtfolge das Wachstum des Weizens im gegebenen Anbausystem spätestens ab dem Schossen unter einer deutlichen N-Unterversorgung litt. Die sensible Reaktion auf die

Gülledüngung im April legt nahe, dass eine weitere, spätere Applikation von pflanzenverfügbarem N der Ertrags- und Qualitätsausbildung zugutegekommen wäre.

4 Danksagung

Neben den Autoren haben viele weitere Personen zum Gelingen dieser Arbeiten beigetragen. Hervorzuheben sind dabei besonders die Betreuer des Versuches in Viehhausen - seit Versuchsbeginn Herr Georg Salzeder und zuletzt Herr Johannes Uhl. Allen weiteren Beteiligten gilt auch ohne Nennung unser besonderer Dank. Die Laboruntersuchungen wurden im Rahmen der Unterstützung der Lehre finanziert, wozu der Dank an die Fakultät für Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme der HSWT geht.

5 Literaturverzeichnis

- Castell A, Eckl T, Schmidt M, Beck R, Heiles E, Salzeder G & Urbatzka P (2016) Fruchtfolgen im ökologischen Landbau - Pflanzenbaulicher Systemvergleich in Viehhausen und Puch. Zwischenbericht 2005-2013. LfL-Schriftenreihe
https://www.LfL.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/fruchtfolgen-oekologischer-landbau_pflanzenbaulicher-systemvergleich_LfL-schriftenreihe.pdf
- Ruhe I, Loges R & Taube F (2003) Ökologischer Landbau der Zukunft; Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, Wien
- Schmidt H (1997) Viehlose Fruchtfolgen im ökologischen Landbau; Dissertation, Gesamthochschule Kassel (Hrsg.), Kassel

Zitiervorschlag: Redderberg E, Böhmer K, Holzfurtner J, Wetzstein D, Castell A, Ostermaier M, Urbatzka P, Heuwinkel H (2018): Einfluss von Betriebssystem und Fruchtfolgeposition auf die N-Versorgung von Weizen im ökologischen Landbau. In: Wiesinger K, Heuwinkel H (Hrsg.): Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2018, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 5/ 2018, 23-28